

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
—
PARIS
—

(11) N° de publication :
(à utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 572 469

(21) N° d'enregistrement national :

84 16653

(51) Int Cl⁸ : F 04 B 29/04, 17/12

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 31 octobre 1984.

(30) Priorité :

(71) Demandeur(s) : CREUSOT-LOIRE, société anonyme. —
FR.

(72) Inventeur(s) : Jean Marc Pignet.

(43) Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 18 du 2 mai 1986.

(80) Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

(73) Titulaire(s) :

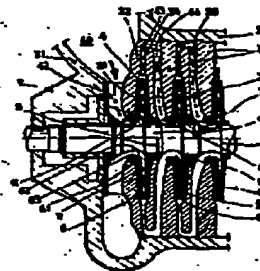
(74) Mandataire(s) : Société Brevetome.

(54) Machine tournante à circulation de fluide.

(57) L'invention a pour objet une machine tournante à circulation de fluide, comprenant une enveloppe externe 3 formant stator et un rotor 2 entraîné en rotation à l'intérieur de l'enveloppe externe et constitué de roues juxtaposées montées sur un arbre de rotation 1 et entre lesquelles sont interposés des diaphragmes 32, 33 solidaires de l'enveloppe externe 3, chaque roue 2 étant constituée d'un moyeu 7 et de deux flasques, limitant des canaux radiaux 4 de passage du fluide reliés par des canaux ménagés entre les roues et les diaphragmes.

Selon l'invention, le profil extérieur de l'arbre de rotation 1 est constitué d'une série de portées d'appui cylindriques espacées 12 entre lesquelles sont intercalés des évidements circulaires 11 à profil creux incurvé, constituant chacun au moins une partie du canal 63 d'entrée d'une roue 2 dont le moyeu 7 est enfilé sur la portée cylindrique 12 placée immédiatement en aval, chaque roue 2 étant munie de moyens 8 de solidification axiale et en rotation avec la portée d'appui 12 correspondante.

L'invention s'applique spécialement à la réalisation de compresseurs.



FR 2 572 469 - A1

D

Vente des fascicules à l'IMPRIMERIE NATIONALE, 27, rue de la Convention — 75732 PARIS CEDEX 18

2572469

1

MACHINE TOURNANTE A CIRCULATION DE FLUIDE

L'invention a pour objet une machine tournante à circulation de fluide et s'applique notamment à la réalisation des compresseurs centrifuges. Les machines tournantes à circulation de fluide, comme les turbines ou les compresseurs centrifuges comprennent une enveloppe externe formant stator à l'intérieur de laquelle est entraîné en rotation un rotor constitué d'un arbre rotatif portant une pluralité de roues juxtaposées entre lesquelles sont interposés des diaphragmes solidaires de l'enveloppe externe. L'arbre est porté par des paliers espacés montés sur le stator et celui-ci est muni de moyens d'admission et d'évacuation du fluide. Par exemple, le fluide introduit par une tubulure dans une chambre d'aspiration torique est réparti dans des canaux radiaux ménagés sur une première roue. Le fluide évacué radialement est guidé dans un diffuseur ménagé entre les diaphragmes vers l'entrée d'une seconde roue et ainsi de suite. On peut ainsi, par exemple dans un compresseur, augmenter progressivement, par effet centrifuge, la vitesse et la pression du fluide.

Normalement, chaque roue est constituée de deux plaques ou flasques circulaires espacés limitant le canal de passage du fluide, respectivement vers l'amont et vers l'aval. Le flasque formant la face aval du canal, dit flasque intérieur, est fixé sur un moyeu en forme de manchon cylindrique enfilé et calé sur l'arbre. Le flasque placé du côté amont, dit flasque extérieur, est maintenu par le flasque intérieur auquel il est relié par des profilés placés dans l'espace entre les deux flasques et formant des ailettes de guidage du fluide. Du côté de l'arbre, le flasque extérieur est limité par un bord circulaire en forme de talon qui entoure l'arbre et est écarté de ce dernier par un espace annulaire formant un canal d'entrée du fluide dans le canal radial. Ce canal d'entrée est limité par des flasques incurvés, respectivement concave et convexe et se raccordant d'un côté avec le canal de liaison ménagé entre les diaphragmes et de l'autre avec le canal radial de la roue de façon à assurer la continuité de la veine de passage du fluide et le changement de direction de celui-ci qui passe d'un mouvement centripète entre les diaphragmes à un mouvement centrifuge dans la roue et inversement.

Le fluide est ainsi conduit d'un étage à l'autre, en augmentant de pression, jusqu'à une volute de sortie ménagée dans l'enveloppe à l'extrémité aval du rotor.

Généralement les roues du rotor sont fixées sur l'arbre par fret-

2572469

2

tage à chaud et elles sont calées les unes par rapport aux autres par des bagues entretoises enfilées sur l'arbre. Le positionnement des roues doit être très précis puisque, au montage, elles doivent s'enfiler exactement entre les diaphragmes solidaires de l'enveloppe. A cet effet, la première

5 roue est positionnée contre un épaulement ménagé sur l'arbre et le positionnement des autres roues est assuré par les bagues entretoises, l'ensemble étant bloqué par un écrou. Le serrage de la roue sur l'arbre par effet de frottement pouvant être insuffisant, chaque roue est bloquée en rotation par rapport à l'arbre par deux clavettes diamétralement opposées.

- 10 Lorsque la puissance de la machine augmente, on est amené à augmenter le diamètre de l'arbre de rotation. Il faut en effet augmenter la rigidité de celui-ci pour conserver la vitesse critique de flexion dans des zones habituelles par rapport à la vitesse de rotation, l'augmentation de puissance conduisant à allonger l'arbre et à augmenter l'entraxe des pa-
- 15 liers. D'autre part, la pression de contact due au frottement étant limitée par les caractéristiques mécaniques, il faut augmenter le diamètre de la portée sur laquelle s'exerce le frottement pour passer un couple plus important avec des contraintes périphériques inchangées. Cependant, si l'on augmente le diamètre de l'arbre et par conséquent celui du canal d'entrée du
- 20 fluide, on est amené à augmenter le diamètre extérieur de la roue pour conserver le même taux de compression par effet centrifuge. Il faut donc augmenter les dimensions de toute la machine et notamment celles des roues, de diaphragmes et de l'enveloppe. L'augmentation, de poids, d'encombrement et de coût de la machine n'est alors plus justifiée par le gain de puissance.

- 25 L'invention permet au contraire d'augmenter la rigidité de l'arbre sans être obligé d'augmenter les dimensions extérieures des roues et par conséquent de l'enveloppe.

- Conformément à l'invention, le profil extérieur de l'arbre de rotation est constitué d'une série de portées d'appui cylindriques espacées
- 30 entre lesquelles sont intercalées des évidements circulaires à profil creux incurvé constituant chacun au moins une partie de la face interne du canal d'entrée d'une roue dont le moyeu est enfilé sur la portée cylindrique placée immédiatement en aval, chaque roue étant munie de moyens de solidarisation axiale et en rotation avec la portée d'appui correspondante.

- 35 De façon particulièrement avantageuse, les moyens de solidarisation axiale de chaque roue avec sa portée d'appui sont constitués par au moins un joint torique s'engageant dans deux demi-gorges accolées ménagées dans un plan perpendiculaire à l'axe, respectivement sur la face interne du

2572469 •

3

moyeu de la roue et sur la portée d'appui correspondante. Le moyen de solidarisation en rotation de chaque roue avec sa portée d'appui est de préférence constitué par une extrémité coudée de chaque jonc s'engageant dans des rainures correspondantes parallèles à l'axe, ménagées sur la portée d'appui et sur la face interne du moyeu.

L'invention sera mieux comprise par la description détaillée d'un mode de réalisation particulier, donné à titre d'exemple, et représenté sur les dessins annexés.

La figure 1 est une vue partielle, en coupe axiale, d'une machine tournante munie des dispositions selon l'invention.

La figure 2 est une vue partielle en élévation de l'arbre de rotation.

La figure 3 est une vue partielle de face d'une roue selon la direction III, III de la figure 4.

La figure 4 est une vue en coupe partielle de la roue selon la flèche IV, IV de la figure 3.

La figure 5 est une vue partielle de la roue selon la flèche V, V de la figure 3.

Sur la figure 1, on a représenté schématiquement, en coupe axiale, une partie d'un compresseur centrifuge. Celui-ci est constitué, d'une façon classique, d'un arbre de rotation (1) sur lequel sont fixées une série de roues formant un rotor (2), entraîné en rotation, par un moteur non représenté, à l'intérieur d'une enveloppe extérieure (3) comprenant des diaphragmes (32, 33...) interposés entre les roues en ménageant des espaces de passage du fluide.

A l'intérieur de chaque roue (2) sont ménagés des canaux radiaux (4) de passage du fluide. A cet effet, comme on le voit mieux sur la vue de détail de la figure 4, chaque roue (2) est constituée par un flasque intérieur (5) et un flasque extérieur (6) sensiblement perpendiculaires à l'axe (10) de l'arbre (1) et espacés l'un de l'autre de façon à ménager entre eux les canaux radiaux (4). Le flasque intérieur (5) est placé du côté du canal (4) dans le sens de circulation du fluide et il est fixé sur un arbre (7) constitué d'un manchon cylindrique enfilé sans jeu et calé sur l'arbre de rotation (1) par des moyens qui seront décrits plus loin.

Le flasque extérieur (6), placé du côté opposé du canal (4), est fixé au flasque intérieur (5) par des ailettes (41) représentées en pointillés sur la figure 3 et qui sont constituées de parois minces incurvées dans le sens de guidage du fluide. Du côté de l'arbre, le flasque exté-

2572469

rieur (6) est limité par un talon circulaire (61) dont la face interne (62) a un rayon minimal supérieur au rayon maximal de l'arbre de façon à ménager un espace incurvé (63) qui se raccorde progressivement au canal radial (4) de façon à former une veine continue de passage du fluide dont la face extérieure est constituée par la paroi interne (62) du talon (61).

Dans le mode de réalisation classique, le moyeu (7) s'étend sensiblement sur toute la largeur de la roue et constitue donc, en face du talon (62), la paroi interne de la veine de passage du fluide. Dans le mode de réalisation selon l'invention, au contraire, l'extrémité amont du moyeu (7) est placée sensiblement dans le plan de la face amont (51) du flasque intérieur (5). Comme on le voit sur la figure 1, la face interne de la veine de passage du fluide, opposée à la paroi incurvée (62), est alors constituée par un évidement (11) ménagé sur l'arbre (1) et incurvé selon le profil de la paroi interne (62) du talon de façon à constituer un conduit annulaire (63) qui se raccorde au canal radial (4) et constitue donc le canal d'entrée du fluide.

L'arbre de rotation (1) est donc constitué d'une série de portées cylindriques (12) de largeur correspondante à celle des moyeux (7) des roues et entre lesquelles sont intercalés des évidements circulaires (11) constituant chacun la face interne du canal d'entrée (63) dans la roue correspondante, ce dernier se raccordant progressivement vers l'amont, à un canal d'alimentation (42) et vers l'aval au canal radial (4). Pour la première roue (20) du rotor, le canal d'alimentation (42) est ménagé entre la paroi amont (31) et le premier diaphragme (32) du stator (3), dans le prolongement de la chambre d'aspiration (40). Le canal (4) débouche dans un diffuseur (43) qui se raccorde à 180° avec le canal d'alimentation (44) de la seconde roue (21) de la machine, ménagé entre le second diaphragme (33) qui s'étend à partir de l'enveloppe (3) entre les deux roues (20) et (21) et un diaphragme intermédiaire (34), relié au diaphragme (33) par des aubes de guidage (35) et constituant la paroi de séparation entre le diffuseur (43) de la première roue (20) et le canal (44) d'alimentation de la seconde roue (21). Cette disposition, d'ailleurs classique, se reproduit pour toutes les roues (22) jusqu'à la dernière qui communique avec le collecteur d'évacuation.

Dans la disposition selon l'invention, le moyeu (7) s'étend sur toute la distance entre la face aval du canal radial (4) de la roue (2) et l'extrémité amont du canal d'entrée (631) de la roue suivante (21). On suppose donc les manchons formant entretoises qui, dans la disposition clas-

2572469

5

sique, étaient intercalés entre les moyeux des roues pour maintenir leur écartement et pour transmettre au stator les efforts axiaux de poussée. Bien entendu, le moyeu (7) est fixé sur sa portée d'appui (12) par frettage à chaud. Cependant, par raison de sécurité, dans le cas où la pression de contact obtenue ne permettrait pas d'encaisser tous les efforts, chaque moyeu (7) est solidarisé axialement et en rotation avec sa portée d'appui (12) correspondante.

A cet effet, on utilise avantageusement, pour chaque roue, une paire de joncs (8) interposés entre le moyeu (7) de la roue et la portée d'appui (12) correspondante. Comme représenté sur la figure 2, chaque portée d'appui (12) est munie d'une rainure circulaire (13) formant une demi-gorge et dans laquelle peuvent être placés deux joncs (8) couvrant chacun un quart de tour et dont les extrémités sont diamétralement opposées. L'une des extrémités (81) de chaque jonc est recourbée et s'engage dans une rainure axiale (14) ménagée sur la portée (12) parallèlement à l'axe. Ainsi, chaque portée d'appui (12) est munie de deux joncs couvrant deux quadrants opposés et qui recouvrent des quadrants alternés d'une portée à la suivante, comme on l'a représenté sur la figure 2.

La paroi interne (71) du moyeu (7) de chaque roue est munie elle-même à l'emplacement correspondant, de deux rainures (72) couvrant deux quadrants opposés du moyeu. En revanche, la paroi (71) est munie sur les deux autres quadrants d'un fraisage (73) de profondeur égale à celle des rainures (72) et qui s'étend jusqu'au bord (74) du moyeu de façon à s'ouvrir vers l'extérieur, du côté aval.

Les rainures (13) et (72) constituent ainsi, respectivement sur la portée d'appui (12) et sur le moyeu (7), deux demi-gorges qui se superposent lorsque le moyeu est enfilé sur la portée d'appui (12).

Le montage de chaque roue s'effectue de la façon suivante :

Tout d'abord, chaque jonc étant coudé à une extrémité on positionne deux joncs dans la rainure circulaire (13), sur deux quadrants opposés de la portée (12), les extrémités coudées (81) s'engageant dans les rainures axiales (14). De préférence, les joncs sont collés dans leur logement. La roue (2) préalablement chauffée, est alors enfilée sur l'arbre de rotation (1) en faisant correspondre les quadrants fraisés (73) avec les quadrants de la portée recouverts par les joncs (8). Le moyeu (7) s'arrête lorsque la face arrière (75) de chaque logement fraisé vient en butée sur le jonc correspondant. On tourne alors la roue dans le sens de rotation de l'arbre jusqu'à ce que la face latérale (76) du logement fraisé (73) vien-

2572469

6

ne en butée sur l'extrémité coudée (81) du jonc (8), les coudes (81) étant placés à l'extrémité tournée dans le sens de rotation pour que l'arrêt en rotation agisse dans le sens de celle-ci. Lorsque la roue est venue en butée, on revient très légèrement en arrière pour éviter tout portage ponctuel. On place alors une vis sans tête dans un orifice fileté (15) ménagé dans le fond de la rainure (13) pour bloquer l'extrémité non coudée du jonc (8) et éviter la rotation inverse, notamment pendant le pompage.

Bien entendu, toutes ces opérations sont effectuées à chaud de façon à permettre la rotation de la roue sur sa portée. Après refroidissement, l'effet de frettage s'ajoute à celui des joncs pour assurer une parfaite fixation de la roue sur l'arbre. On peut ainsi monter l'une après l'autre les différentes roues de chaque étage de compression sur l'arbre de rotation, en commençant par celles situées le plus en aval. Une fois le rotor réalisé, le reste du montage s'effectue de façon classique.

Bien entendu, l'invention ne se limite pas aux détails du mode de réalisation qui a été décrit qu'à titre d'exemple, d'autres dispositions équivalentes pouvant être imaginées, notamment pour assurer la solidarisation de la roue avec l'arbre. En particulier, si l'on a pris l'exemple d'un compresseur, il est bien évident que l'invention apporterait les mêmes avantages dans d'autres types de machine tournante à circulation de fluide comme par exemple des turbines.

JUL 07 2006

2572469

REVENDICATIONS

1.- Machine tournante à circulation de fluide, comprenant une enveloppe externe (3) formant stator, munie de moyens d'admission et d'évacuation du fluide et un rotor (2) entraîné en rotation à l'intérieur de l'enveloppe externe et constitué d'une pluralité de roues juxtaposées montées sur un arbre de rotation (1) et entre lesquelles sont interposés des diaphragmes (32, 33) solidaires de l'enveloppe externe (3), chaque roue (2) étant constituée d'un moyeu (7) et de deux flasques, respectivement intérieur (5) et extérieur (6) limitant des canaux radiaux (4) de passage du fluide reliés par des canaux ménagés entre les roues et les diaphragmes, le moyeu (7) étant fixé sur le flasque intérieur (5) formant la face aval du canal et constitué d'un manchon cylindrique enfilé et calé sur l'arbre de rotation et le flasque extérieur (6), formant la face amont du canal (4), étant relié au flasque intérieur (5) par des ailettes (41) de guidage du fluide et limité du côté de l'arbre par un talon circulaire (61) entourant l'arbre (1) et limitant vers l'extérieur un espace annulaire incurvé (63) formant un canal d'entrée du fluide dans les canaux radiaux (4).

caractérisée par le fait que le profil extérieur de l'arbre de rotation (1) est constitué d'une série de portées d'appui cylindriques espacées (12) entre lesquelles sont intercalées des évidements circulaires (11) à profil creux incurvé, constituant chacun au moins une partie du canal (63) d'entrée d'une roue (2) dont le moyeu (7) est enfilé sur la portée cylindrique (12) placée immédiatement en aval, chaque roue (2) étant munie de moyens (8) de solidarisation axiale et en rotation avec la portée d'appui (12) correspondante.

2.- Machine tournante selon la revendication 1, caractérisée par le fait que les moyens de solidarisation axiale de chaque roue (2) avec la portée d'appui (12) sont constitués par au moins un jonc torique (8) s'engageant dans deux demi-gorges ménagées en vis à vis dans un plan perpendiculaire à l'axe, respectivement, l'une (72), sur la face interne du moyeu (7) de la roue (2) et l'autre (13), sur la portée d'appui (12) correspondante de l'arbre (1).

3.- Machine tournante selon la revendication 2, caractérisée par le fait que le moyen de solidarisation en rotation de chaque roue avec sa portée d'appui est constitué par un coude (81) ménagé à une extrémité de chaque jonc (8) et s'engageant dans deux rainures correspondantes parallèles à l'axe, ménagées en vis à vis, respectivement, l'une (14) sur la portée d'appui (12) et l'autre (73), sur la face interne du

2572469

8

moyeu (7).

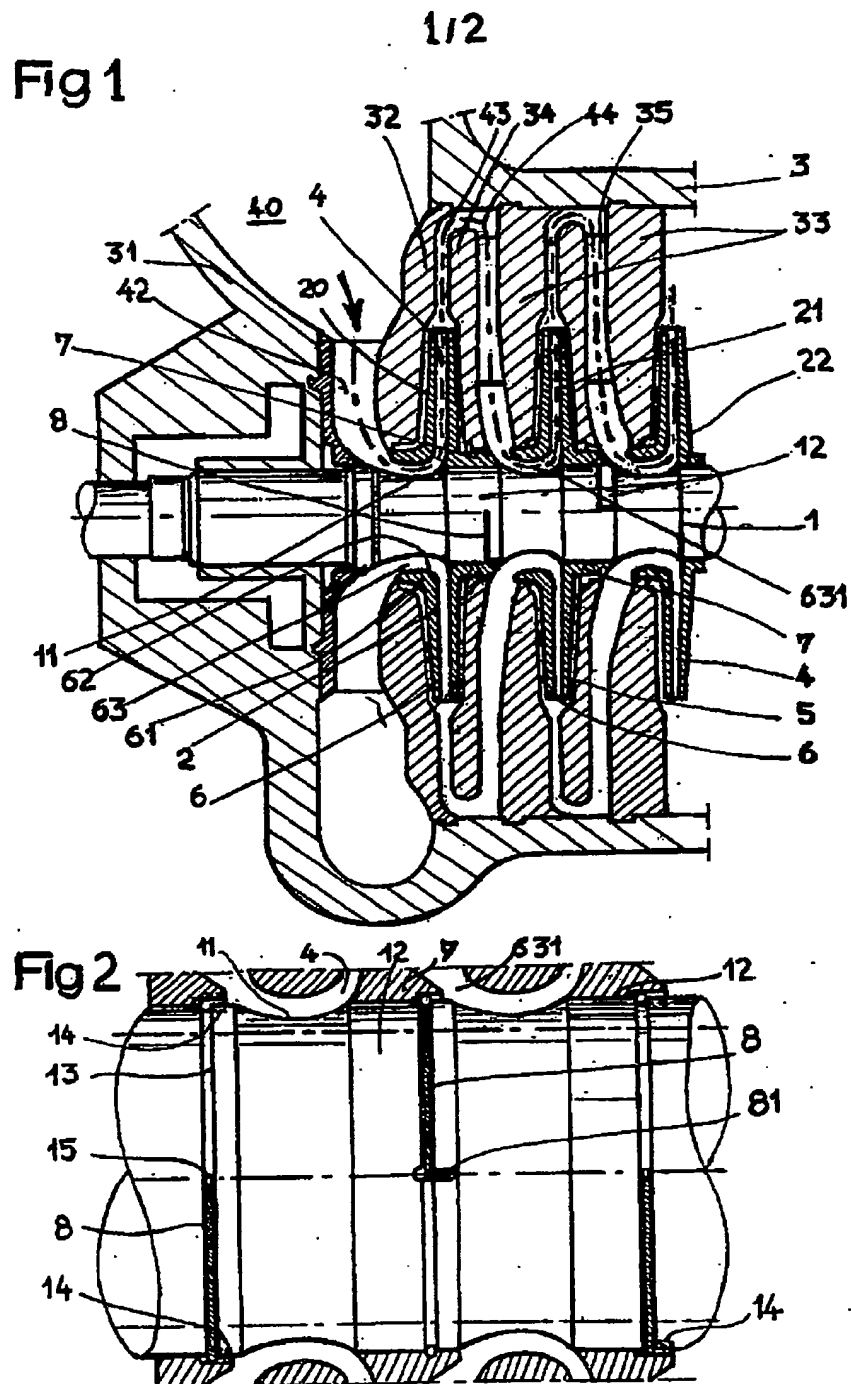
4.- Machine tournante selon la revendication 1, caractérisée par le fait que chaque évidement (11) de l'arbre est limité par une face incurvée se raccordant progressivement, vers l'amont et vers l'aval, aux faces correspondantes, respectivement, du canal d'alimentation (44) et du canal radial (4) de la roue correspondante.

5.- Machine tournante selon la revendication 2, caractérisée par le fait que chaque roue (2) est solidarisée avec sa portée d'appui (12) correspondante par au moins deux joncs (8) s'étendant sur deux secteurs angulaires symétriques par rapport à l'axe et que le moyeu (7) est muni, sur deux secteurs angulaires symétriques correspondants, de deux rainures (13) formant les demi-gorges correspondant aux joncs et, sur les deux autres secteurs angulaires, de deux fraisages (73) de même profondeur que les rainures (13), alignés du côté amont avec ces dernières et s'étendant, du côté aval jusqu'au bord du moyeu de façon à s'ouvrir vers l'extérieur pour permettre par décalage angulaire de la roue (2), l'enfilement du moyeu (7) sur la portée (12) préalablement munie des joncs (8).

Huit pages.

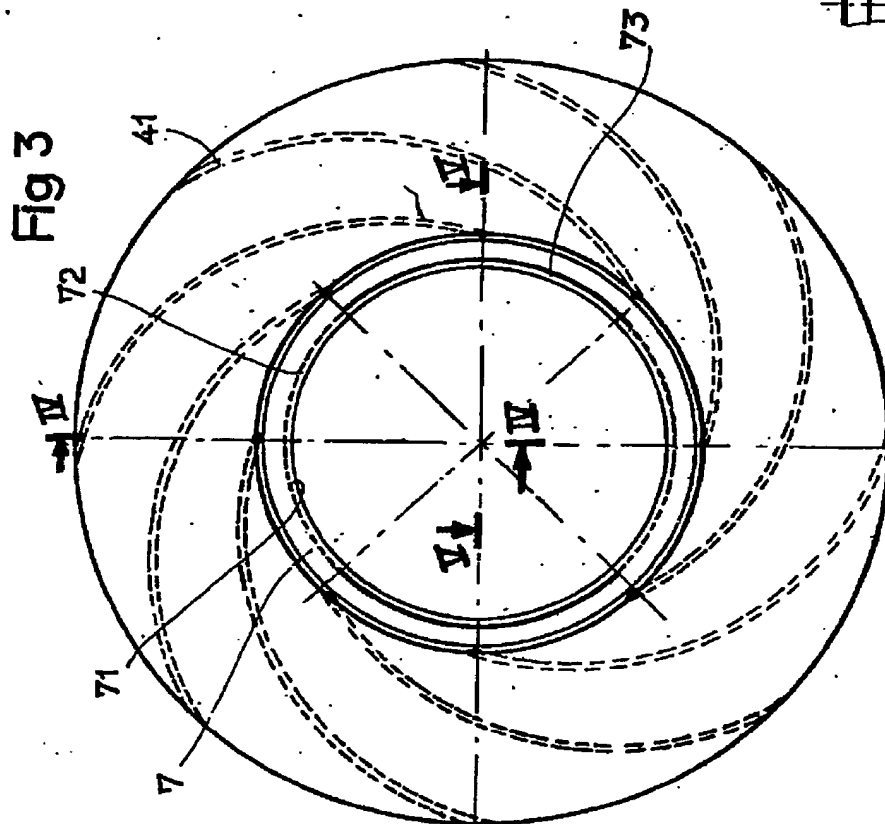
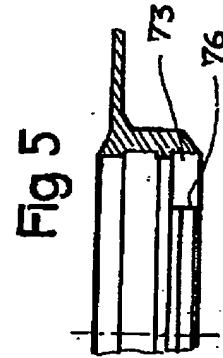
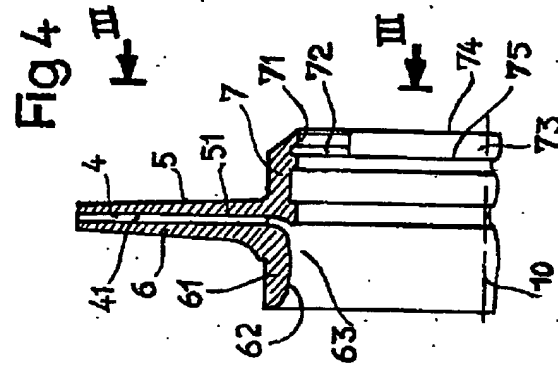
CREUSOT-LOIRE

2572469



2572469

2/2



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☒ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.